

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-249363

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/137  
G02F 1/1337

(21)Application number : 2000-060553

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.03.2000

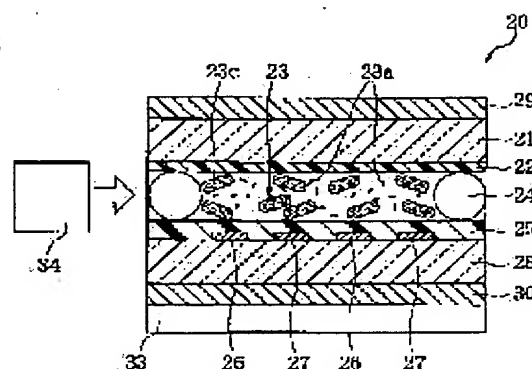
(72)Inventor : ISHIHARA SHOICHI  
KAMIMURA TSUYOSHI

## (54) DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display device of high response speed, which is suitable for moving image display and capable of being driven at low voltage.

**SOLUTION:** In the display device 20, a glass substrate 21, having a polyimide film 22 formed on the surface thereof and a glass substrate 28 having a pixel electrode 26 and a counter electrode 27, which form a teeth-shaped electrode and a polyimide film 25 formed on the surface thereof are stuck to each other via glass fiber spacers 24 to form a gas specified to have 50  $\mu\text{m}$  gap length and a medium containing polar molecules 23a made into an isotropic phase state by a heater 34, which is a phase-changing means, is shield from between the glass substrates 21 to 28.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**Japanese Publication for Unexamined Patent**  
**Application No. 249363/2001 (*Tokukai* 2001-249363)**

A. Relevance of the Above-identified Document

The following is a partial English translation of exemplary portions of non-English language information that may be relevant to the issue of patentability of the claims of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[CLAIMS]

1. A display device comprising:

a medium including a pair of substrates at least one of which is transparent, and isotropic polar molecules held between the pair of substrates;

an external polarizer for at least one of the pair of substrates; and

electric field applying means for applying an electric field to the medium.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-249363  
(P2001-249363A)

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード*(参考)
G 0 2 F 1/137		G 0 2 F 1/137	2 H 0 8 8
1/1337	5 2 0	1/1337	5 2 0 2 H 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-60553(P2000-60553)

(22)出願日 平成12年3月6日(2000.3.6)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 石原 将市

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 上村 強

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100101823

弁理士 大前 要

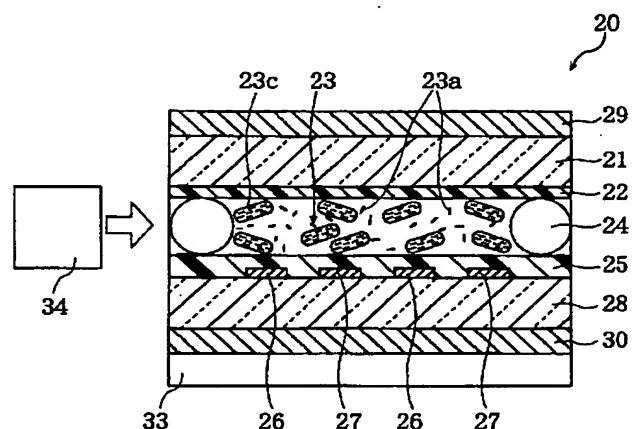
Fターム(参考) 2H088 EA02 GA08 HA03 HA08 JA28  
KA30 MA10  
2H090 HB08Y KA18 LA04 MA02

(54)【発明の名称】 表示装置

(57)【要約】

【課題】 応答速度が速く動画像表示に適し、低電圧駆動が可能な表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明の表示装置20は、ポリイミド膜22が製膜されたガラス基板21と、楕円電極を構成する画素電極26および対向電極27を有しかつ表面にポリイミド膜25が製膜されたガラス基板28とがガラスファイバースペース24を介して貼り合わされ、ギャップ50μmとされるとともに、前記ガラス基板21・28間に、相転移手段であるヒーター34により等方相状態とされた有極性分子23aを含む媒体が封止されて構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方が透明な一対の基板と、前記一対の基板間に挟持された等方相状態の有極性分子を含む媒体と、前記一対の基板のうち少なくとも一方の外側に配設された偏光板と、前記媒体に電界を印加するための電界印加手段とを備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項2】 少なくとも一方が透明な一対の基板と、前記一対の基板間に挟持された有極性分子を含む媒体と、前記一対の基板のうち少なくとも一方の外側に配設された偏光板と、前記媒体を等方相状態とするための相転移手段と、前記媒体に電界を印加するための電界印加手段とを備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項3】 前記電界印加手段は、前記一方の基板の内側面に形成された一対の櫛形電極であり、電界印加の方向が基板面に平行であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の表示装置。

【請求項4】 前記電界印加手段は、前記一対の基板のそれぞれの内側面に形成された電極であり、電界印加の方向が基板面に垂直であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の表示装置。

【請求項5】 前記櫛形電極は、平面視「く」の字型形状であることを特徴とする請求項3に記載の表示装置。

【請求項6】 前記媒体中の有極性分子はクラスタを形成していることを特徴とする請求項1乃至請求項5に記載の表示装置。

【請求項7】 前記基板の内側面には誘電体薄膜が形成されており、該誘電体薄膜は所定の配向処理がなされていることを特徴とする請求項1乃至請求項6に記載の表示装置。

【請求項8】 前記誘電体薄膜は有機薄膜であることを特徴とする請求項7に記載の表示装置。

【請求項9】 前記有機薄膜はポリイミドであることを特徴とする請求項8に記載の表示装置。

【請求項10】 前記有極性分子は液晶材料を含むことを特徴とする請求項2乃至請求項9に記載の表示装置。

【請求項11】 前記有極性分子は、液晶材料と、該液晶材料の等方相転移温度を低下させる材料とを含むことを特徴とする請求項2乃至請求項9に記載の表示装置。

【請求項12】 前記液晶材料の等方相転移温度を低下させる材料は、分子末端にシアノ基、水酸基、或いはニトロ基を有する材料であることを特徴とする請求項11に記載の表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、テレビジョン画像やパーソナルコンピューター、マルチメディア画像を表

示する高速応答で広視野の表示性能をもつ表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、高精細の各種パネルディスプレイの市場が急速に拡大しており、これらのうち、液晶表示素子は小型、軽量、薄型、低電力化に有効であることから、テレビやビデオなどの画像表示装置や、モニター、ワープロ、パーソナルコンピュータなどのOA機器に広く用いられている。

【0003】従来、液晶表示素子としては、例えば誘電率異方性が正のネマティック液晶を用いたツイステッドネマティック(TN)モードの液晶表示素子が実用化されているが、前記TNモードの液晶表示素子は応答速度が遅い、また、視野角が狭いなどの欠点がある。

【0004】また、応答が速く、視野角が広い強誘電性液晶(FLC)や反強誘電性液晶(AFLC)などの表示モードもあるが、耐ショック性、温度特性などに大きな欠点があり、広く実用化されるまでには至っていない。

【0005】また、光散乱を利用する高分子分散型液晶表示モードは偏光板を必要とせず、高輝度表示が可能であるが、本質的に位相板による視角制御ができないうえ、応答特性に課題を有しており、TNモードに対する優位性は少ないものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】今後、ますます動画表示を扱う場合が多くなってくるが、充分な応答特性を有する表示装置はまだない。本発明の目的は、応答速度が速く動画表示に適した表示装置を提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、表示装置であって、少なくとも一方が透明な一対の基板と、前記一対の基板間に挟持された等方相状態の有極性分子を含む媒体と、前記一対の基板のうち少なくとも一方の外側に配設された偏光板と、前記媒体に電界を印加するための電界印加手段とを備えたことを特徴としている。

【0008】前記構成の表示装置は、前記媒体に電界印加手段により電界を印加して、等方相状態の有極性分子中の電子を電界方向に偏らせることにより、媒体に屈折率異方性を付与するような構成である。このような表示装置は、電界の2次に比例する、いわゆるカー効果を利用したものであり、数 $\mu$ s～数msの応答特性を示し高速応答が可能であり、動画表示にも適用することが可能となるのである。このように、本発明の表示装置は、従来の液晶表示装置のように液晶分子の配列の変化により表示を行うものではなく、電子の偏りの変化により表示を行うものであり、高速応答が可能なのである。

【0009】また、請求項2に記載の発明は、表示装置

であって、少なくとも一方が透明な一対の基板と、前記一対の基板間に挟持された有極性分子を含む媒体と、前記一対の基板のうち少なくとも一方の外側に配設された偏光板と、前記媒体を等方相状態とするための相転移手段と、前記媒体に電界を印加するための電界印加手段とを備えたことを特徴としている。

【0010】前記構成の表示装置は、有極性分子を等方相状態とするための相転移手段を備えており、当該相転移手段によって前記媒体を等方相状態とすることができる。よって、請求項2に記載の表示装置も、請求項1に記載の表示装置と同様に、カー効果を利用したものであり高速応答が要求される動画表示に適用する表示装置とすることができるのである。

【0011】また、請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の表示装置であって、前記電界印加手段は、前記一方の基板の内側面に形成された一対の櫛形電極であり、電界印加の方向が基板面に平行であることを特徴としている。

【0012】また、請求項4に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の表示装置であって、前記電界印加手段は、前記一対の基板のそれぞれの内側面に形成された電極であり、電界印加の方向が基板面に垂直であることを特徴としている。

【0013】前記構成のように、請求項3の構成であっても、請求項4の構成であっても、高速応答が可能な表示装置が実現される。

【0014】また、請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の表示装置であって、前記櫛形電極は、平面視「く」の字型形状であることを特徴としている。

【0015】前記構成のように、櫛形電極を平面視「く」の字型形状とすることにより、表示装置の視野角特性が向上する。

【0016】また、請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5に記載の表示装置であって、前記媒体中の有極性分子はクラスタを形成していることを特徴としている。

【0017】前記「クラスタ」とは、前記媒体中で有極性分子が形成している分子集団を意味し、前記有極性分子は巨視的には等方相状態であるが、微視的にはある方向に配列した分子集団を形成しているのである。そして、前記クラスタを形成することによって、媒体のカー定数を増大させることができ、カー定数の増大によって媒体に印加する印加電圧を低減することが可能となる。

【0018】また、請求項7に記載の発明は、請求項1乃至請求項6に記載の表示装置であって、前記基板の内側面には誘電体薄膜が形成されており、該誘電体薄膜は所定の配向処理がなされていることを特徴としている。

【0019】前記構成のように、表示装置を構成する基板の内側面に誘電体薄膜を形成するとともに、該誘電体薄膜を配向処理することによって、配向の秩序度をアッ

プさせることができ、大きなカー定数が見込まれる。また、請求項6に記載の発明の場合には、分子集団であるクラスタの径を増大させることが可能となり、クラスタの径が増大すれば、カー定数を増大させることができる。従って、更なる印加電圧の低減（例えば、100V以下の低電圧での駆動が可能となり、実用に供することが可能となる。）が可能となる。

【0020】また、請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の表示装置であって、前記誘電体薄膜は有機薄膜であることを特徴としている。

【0021】また、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の表示装置であって、前記有機薄膜はポリイミドであることを特徴としている。

【0022】前記構成のように、前記誘電体薄膜を有機薄膜、特に、ポリイミドとすることにより、前記ポリイミドは極めて優れた配向効果を示すものであるので、カー定数を容易に増大することが可能となる。また、前記ポリイミドは、安定性が高い材料であり信頼性が高い。従って、前記ポリイミドを使用することによって、良好な表示性能を示す表示装置を提供することができる。

【0023】また、請求項10に記載の発明は、請求項2乃至請求項9に記載の表示装置であって、前記有極性分子は液晶材料を含むことを特徴としている。

【0024】また、請求項11に記載の発明は、請求項2乃至請求項9に記載の表示装置であって、前記有極性分子は、液晶材料と、該液晶材料の等方相転移温度を低下させる材料とを含むことを特徴としている。

【0025】前記構成とすることにより、有極性分子として液晶材料を用いた場合には、当該液晶材料を相転移手段であるヒーター等の加熱により等方相状態として表示装置に適用する。その場合、ヒーターによる加熱温度が高いほど液晶材料はより等方相状態となるのであるが、カー定数は低下してしまう。そして、カー定数の低下は、印加電圧を増大させてしまうので、実使用上都合が悪い。

【0026】しかし、前記液晶材料に、該液晶材料の等方相転移温度を低下させる材料を添加することにより、カー定数を低下させることなく、液晶材料の等方相転移温度を低下させることができる。従って、カー定数が低下しないので、印加電圧が増大することなく低電圧で表示装置を駆動することができる。また、ヒーター等による加熱温度を低下させることができ、表示装置の使用温度範囲を広くすることができる。

【0027】また、請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の表示装置であって、前記液晶材料の等方相転移温度を低下させる材料は、分子末端にシアノ基、水酸基、或いはニトロ基を有する材料であることを特徴としている。

【0028】前記液晶材料に、該液晶材料の等方相転移温度を低下させる材料、例えば分子末端にシアノ基、

水酸基、あるいはニトロ基を有する非液晶分子を添加することによって、液晶材料の等方相状態への相転移温度を低下させることができ、従って、表示装置の使用温度範囲を広くすることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態における表示装置について図面を参照しながら説明する。但し、説明に不要な部分は省略し、又、説明を容易にする為に拡大或いは縮小等して図示した部分がある。

【0030】ここで、本発明の表示装置について具体的に説明する前に、本発明に適用した電気光学効果の原理について、図10を用いて説明する。図10は、本発明の実施の形態の電気光学効果の測定系を示す概略図である。

【0031】電気光学効果とは、物質の屈折率が外部電界によって変化する現象であって、電界の1次に比例する効果と2次に比例する効果とがあり、それぞれポッケルス効果、カー効果と呼ばれている。

【0032】前記電気光学効果のうちカー効果は、高速の光シャッターへの応用が早くから進められており、特に、特殊な計測機器への実用化がなされている。また、前記カー効果は、電界の2次に比例するため、相対的に低電圧駆動を見込むことができる上、本質的に、数 $\mu$ s～数msの応答特性を示すため、高速応答が可能な表示装置への応用が期待できるものである。

【0033】この2次の電気光学効果の大きさは、カー定数と呼ばれる。

【0034】いま、等方相状態とされた液晶材料（液晶材料を加熱することによって等方相状態とされている）に電界(E)を加えると複屈折を生ずるが、電界方向の屈折率を $n_{//}$ 、電界方向に垂直な方向の屈折率を $n_{\perp}$ とすると、複屈折の大きさ( $\Delta n = n_{//} - n_{\perp}$ )と外部電界の関係は、

$$\Delta n = B \lambda E^2 \dots (1)$$

で表される。

【0035】ここでBはKerr定数、 $\lambda$ は真空中での入射光の波長である。

【0036】図10に示したように、その偏波面が電界方向に45度傾いた直線偏光をセルに入射させると、セルの終端では電界方向とそれに垂直な方向の偏光成分間に次式のような位相差( $\Gamma$ )が生じる。

$$\Gamma = 2\pi L \Delta n / \lambda \dots (2)$$

【0037】従って、セルを透過した光は、前記(2)式に応じた楕円偏光となるので、その一部は検光子（偏光板）9を通過できるようになり、再び直線偏光となって出射してくる。そして、その強度Iは次式で表される。

$$I = I_0 \sin^2(\Gamma/2) \dots (3)$$

【0038】ここで、 $I_0$ は入射光強度を表す。セルに電界を加えなければ $\Gamma = 0$ より $I = 0$ であるが、電界が

加わり $\Gamma = \pi$ になると $I = I_0$ となり100%の光強度変調が行えることになる。この時の電圧を半波長電圧( $V\pi$ )という。一方、 $E = V/d$ の関係を使うと

$$\Gamma = 2\pi B V^2 (L/d^2) \dots (4)$$

と計算できるので、この式で $\Gamma = \pi$ として半波長電圧を次式のように求めることができる。

$$V\pi = d / (2LB)^{0.5} \dots (5)$$

【0039】即ち、Kerr定数Bは(5)式を変形して、次のようになる。

$$B = d^2 / 2LV\pi^2 \dots (6)$$

【0040】以下の実施例では $I = I_0$ となる電圧 $V\pi$ を実測し、(6)式から計算によりKerr定数Bを求めた。

【0041】図10において、セル6は変調電源7より電力の供給を受ける。8、9は偏光板（但し、以下は9を検光子と称する。）であり、それらの偏光軸は互いに直交した位置関係にある。

【0042】また、前記偏光板8および検光子9は、セル6の電界印加方向とは45度傾けて配置している。セル6に電界が加わらない場合、電気光学材料1は等方相であるから、光線10は偏光方向を変えないでセル6中を通過し、偏光板8および検光子9の配置から考えて検知器11に光線10は達しない。

【0043】セル6に電界が加われば電気光学材料1は複屈折性を示し、電界印加方向とそれに垂直な方向との屈折率に差異が生ずるため、それぞれの方向に伝搬する光の位相が異なり、位相差が生ずる。このため、セル6を通過した光は、一般には楕円偏光となっている。従って、一部の成分は検光子9を通過できるようになり、検知器11には光線が到達するようになる。

【0044】前記位相差が $\pi$ ラジアン（半波長に相当）になった時、セル6を通過した光は検光子9と同一の偏光方向を持つ直線偏光に変化し、光線10は、ほぼ100%検知器11に到達するようになる。この時のセル6に加わる電圧を半波長電圧( $V\pi$ )という。

【0045】例えば、セル6に、表1中の〔1〕（化1）に示す液晶材料である4-シアノ-4'-n-ペンチルビフェニルを封入し、33.3℃（ネマティック等方相転移温度）に設定し、被変調光線10としてHe-Neレーザ光（633nm）を用いた場合、セル6に電圧を印加していくと検知器11の出力は517Vで最高に達した。この値は、前記光学位相差が $\pi$ ラジアンに達したことを示すもので、半波長電圧( $V\pi$ )に相当する。

【0046】前記セル6における電極間隔dを1mmとし、光線通過方向の電極長さLを10mmとした場合、カー定数Bは、(6)式として計算されるので、本材料のカー定数Bは $1.87 \times 10^{-8} \text{ cm/V}^2$ となる。尚、このことは、横電界方式の楕円電極間隔 $d = 50 \mu$

m、セルギャップ $L=1\text{mm}$ である場合には、 $82\text{V}$ の電圧で $100\%$ の輝度変調ができることを意味している。(楕形電極間隔 $d=10\mu\text{m}$ 、セルギャップ $L=50\mu\text{m}$ である場合には、 $73\text{V}$ の電圧で $100\%$ の輝度変調ができる。)

【0047】種々の液晶材料について、そのネマティック-等方相転移温度にてカー定数 $B$ を測定した結果を表1に示す。

【0048】

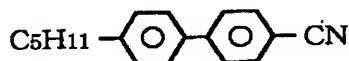
【表1】

		$V\pi[\text{V}]$	$B \times 10^{-11} [\text{cm}/\text{V}^2]$	温度 $[\text{°C}]$
[1]	5CB	517(73)	187.0	33.3
[2]	5OCB	318(45)	494.2	66.9
[3]	3OCB 5OCB 7OCB (等量混合物)	282(40)	628.1	65.5
[4]	PCH5	470(66)	226.0	54.6
[5]	3HPFF (30wt.%) 5HPFF (40wt.%) 7HPFF (30wt.%)	350(49)	408.2	113.0

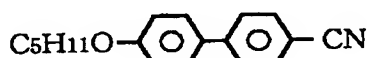
( $V\pi: L=10\text{mm}$ ,  $d=1\text{mm}$ 、括弧内は  $L=50\mu\text{m}$ ,  $d=10\mu\text{m}$ )

【0049】また、表1中の[1]乃至[5]に示す液晶材料の化学式を以下に順に示す。

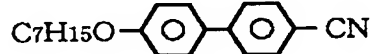
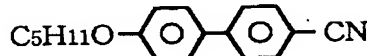
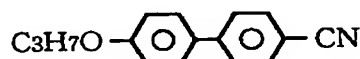
【化1】



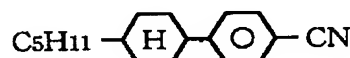
【化2】



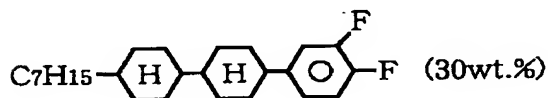
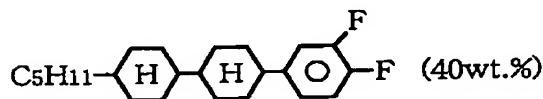
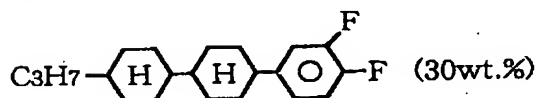
【化3】



【化4】



【化5】



【0050】化1の液晶材料は、前述したが5CB(4-シアノ-4'-n-ペンチルビフェニル)、化2の液晶材料は、5OCB(4-シアノ-4'-n-ペンチルオキシビフェニル)、化3の液晶材料は、3OCB(4-シアノ-4'-n-プロピルオキシビフェニル)と5OCBと7OCB(4-シアノ-4'-n-ヘプチルオ

キシビフェニル)との等量混合物、化4の液晶材料は、PCH5(トランス-4-ヘプチル(4-シアノフェニル)-シクロヘキサン)、化5の液晶材料は、3HPFFと5HPFFと7HPFFとの混合物(1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-n-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼンと、1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-n-ペンチルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼンと、1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-n-ヘプチルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン)とよりなる混合物)である。表1からも明らかなように、電極間隔を $50\mu\text{m}$ とした時には、化1~化5に示す材料のどれを用いた場合であっても、比較的低い電圧( $100\text{V}$ 以下)で光変調が可能なおうえ、後に詳しく述べるが、本質的に高速応答特性を有しており、表示装置として優れる性能を有しているのである。

【0051】(実施の形態1)本発明の技術的思想は、少なくとも一方が透明な一對の基板と、前記一對の基板間に挟持された有極性分子を含む媒体と、前記一對の基板のうち少なくとも一方の外側に配設された偏光板と、前記媒体を等方相状態とするための相転移手段と、前記媒体に電界を印加するための電界印加手段とを備えた表示装置とすることにより、高速応答特性に優れた表示装置を提供するものである。具体的には以下の通りである。

【0052】図1は、本発明の実施の形態1に係る、基板面に平行に電界を印加する表示装置の簡略化した部分断面図、図2は、同じく実施の形態1に係る表示装置における電極構成およびラビング方位を示す平面図、図3は、同じく実施の形態1に係る表示装置の、電界未印加時の状態を示す部分断面図である。

【0053】この表示装置20は、図1に示すように、誘電体薄膜としてのポリイミド膜22(日産化学工業(株)製配向膜SE-7792)が製膜されたガラス基

板21と、画素電極26と対向電極27とよりなる櫛型電極を有しかつ表面にポリイミド膜25が製膜されたガラス基板28とが、ガラスファイバースペース24を介して貼り合わされ、ギャップ50 $\mu\text{m}$ とされるとともに、前記ガラス基板21・28間に、有極性分子を含む媒体である液晶材料23が封止されて構成された横電界方式の表示装置である。

【0054】前記液晶材料23は、前述した表1に記載の液晶材料〔3〕よりなるものである。また、本発明の表示装置20には、前記液晶材料〔3〕を等方相状態に相転移させるための相転移手段であるヒーター34が備えられており、該ヒーター34によって加熱（具体的には65.5 $^{\circ}\text{C}$ と）することにより、液晶材料〔3〕を等方相状態としている。

【0055】尚、後に詳しく述べるが、前記液晶材料〔3〕は、65.5 $^{\circ}\text{C}$ 前後の温度とすることにより、巨視的には等方相状態とされているが、微視的には、液晶材料〔3〕中の有極性分子23a…に分子集団を形成させることができる。なお、この分子集団は「クラスタ」と呼ばれるものであり、クラスタ23c内では有極性分子23a…は一定の方向に配向している。

【0056】また、前記ガラス基板28の内側面には、電界印加手段である画素電極26と対向電極27とよりなる櫛形電極、金属配線（画像信号線、走査信号線）、画素スイッチング素子としての薄膜トランジスタ（TFT）等が形成されている。尚、図1においては、金属配線やTFT等は省略されている。また、前記画素電極26および前記対向電極27の線幅は10 $\mu\text{m}$ 、前記画素電極と前記対向電極との電極間隔は10 $\mu\text{m}$ としている。

【0057】また、前記基板21・28の外側面には、互いの吸収軸方向が直交するとともに、前記ラビング方向31・32とは45度の角度を成すように偏光板29・30が配置されている。尚、前記偏光板29・30を互いの吸収軸方向が平行となるように配設するようなことも可能である。

【0058】また、前記ポリイミド膜22・25は、図2に示すように、基板28については紙面上右方向32に、基板21については紙面上左方向31に向かって配向処理されている。

【0059】このように、ポリイミド膜22・25を配向処理することによって、該ポリイミド膜22・25表面に位置するクラスタ23c…を一定方向に配向させることができ、当該クラスタ23c…の径を更に増大させることが可能となる。これによって、カー定数を増大させることができ、表示装置に印加する印加電圧を低減することが可能となる。

【0060】また、図2に示すように、櫛形電極を構成する画素電極26および対向電極27は、平面視「く」の字型形状に形成しており、表示装置の視野角特性が向

上する。

【0061】また、前記表示装置20の背面側（図1では下側）にはバックライト33が配置されている。また、図示せぬが、前記基板21上にカラーフィルタを形成することによって、カラー表示が可能な表示装置20を構成するようなことも可能である。

【0062】このようにして作製した表示装置20においては、前述したように、液晶材料〔3〕をヒーター34によって65.5 $^{\circ}\text{C}$ に保持しているが、ここで当該温度の意義について、図5を用いて以下に説明する。図5は、温度とカー定数の関係を示すグラフである。

【0063】前記液晶材料〔3〕は、温度によってネマティック相や等方相のように状態が変化する有極性分子からなるが、65.5 $^{\circ}\text{C}$ （図5中の $T_N$ ）前後の温度（ネマティック等方相転移温度）に保持した場合には、「クラスタ」と呼ばれる分子集団が生成される。前記クラスタは、巨視的には等方相状態を呈しているが、微視的にはクラスタ内で分子が一定の方向に配向している。

【0064】そして、前記液晶材料〔3〕の加熱温度を、ネマティック等方相転移温度である65.5 $^{\circ}\text{C}$ より上昇させると、前記クラスタがばらばら（秩序度が小さくなる）となり、その結果、カー定数が低下する。前述したように、カー定数が低下すれば、印加電圧を増大させなければならない、実用上都合が悪い。

【0065】しかし、ここで、注目すべきことは、図5に示すように、誘電体薄膜（ポリイミド膜22・25）を配向処理することによって、カー定数を増大させることができるのである。

【0066】これは、ポリイミド膜22・25を所定方向に配向処理することによって、基板界面近傍においては、ポリイミド膜22・25の配向処理方向に有極性分子が配向して秩序度が増し、クラスタの径を増大させることができ、クラスタの径の増大に伴って、カー定数は増大するためであると考えられる。また、カー定数を増大させることによって、表示装置に印加する印加電圧を低減することが可能となり実用に供することができるようになるのである。

【0067】次に、このように構成された表示装置20の動作方法について説明する。図4は、図3の電界未印加時および電圧印加時の有極性分子内の電子の偏りを表す概念図である。

【0068】あらかじめ、ヒーター34により液晶材料〔3〕を65.5 $^{\circ}\text{C}$ で加熱する。図4（a）に示すように、画素電極26と対向電極27との間に電圧を印加していない場合には、液晶材料〔3〕中の有極性分子23aはポリイミド膜22・25表面近傍にてクラスタ23c…を形成しながらも全体としては等方相状態である。

【0069】この状態で、図4（b）に示すように、TFT等の駆動スイッチによって画素電極26と対向電極27との間に電圧を印加すると、電界が基板面に平行方



向に発生し、有極性分子23a中の電子23dが電界方向(紙面上、右方向)に偏る。

【0070】そして、図1に示すバックライト33からの光は偏光板30を通過することによって直線偏光となり、その直線偏光は、前記液晶層23中を通過することによって楕円偏光となり、偏光板29を通過できるようになり、再び直線偏光となって表示装置20外に出射される。尚、その場合の半波長電圧 $V_{\pi}$ は40.0Vであった。

【0071】また、前記表示装置20の光学応答時間は、電界off $\rightarrow$ on(立ち上がり時間)は10 $\mu$ sであり、電界on $\rightarrow$ off(立ち下がり時間)は1 $\mu$ s以下であった。尚、従来のTN型の液晶表示装置の応答時間は、白黒二値間の応答ですら立ち上がり時間は15msであり、立ち下がり時間は20msであり、さらに、中間調表示時の階調間応答時間は、総計で100ms $\sim$ 200msであり、例えば、当該液晶表示装置に高電圧を印加したとしても、応答速度を本発明の表示装置20のように速くすることはできるものではない。従って、本発明の表示装置20は、従来のTN型の液晶表示装置と比較して、飛躍的に応答速度を向上することができる優れた特性を有するものである。

【0072】次に、前記表示装置20の製造方法について説明する。

【0073】まず、ガラス基板28上に、薄膜トランジスタ(図示せぬ)、櫛型電極である画素電極26および対向電極27を形成した。

【0074】次に、前記ガラス基板28表面にスピナーを用いてポリイミド膜22(日産化学工業(株)製配向膜SE-7792)を製膜した。また、前記ガラス基板21表面にもスピナーを用いてポリイミド膜22(日産化学工業(株)製配向膜SE-7792)を製膜した。

【0075】次に、前記ガラス基板21・28を図2に示す方向にラビング処理を施した後、ガラスファイバースペース4を介して貼り合わせ、ギャップ50 $\mu$ mの表示装置を作製した。

【0076】次に、定法に従って、表1記載の液晶材料[3]を封入した。

【0077】次に、前記基板21・28の外側面に偏光板29・30を互いの吸収軸方向が直交するとともに、前記ラビング方向31、32とは45度の角度を成すよう貼合して表示装置20を作製した。

【0078】(実施の形態2)図6は、実施の形態2に係る、基板面に垂直に電界を印加する表示装置の簡略化した部分断面図、図7は、同じく実施の形態2に係る表示装置における電極構成およびラビング方位を示す平面図である。

【0079】この表示装置40は、図6に示すように、透明電極43を有しかつ誘電体薄膜としてポリイミド膜44(JSR製ポリイミド配向膜塗料JALS-68

2)を塗布し、180 $^{\circ}$ Cにて1時間焼成したガラス基板42と、透明電極48を有しかつ表面にポリイミド膜47を塗布し、同じく180 $^{\circ}$ Cにて1時間焼成したガラス基板49とが、ガラスファイバースペース45を介して貼り合わされ、ギャップ50 $\mu$ mとされるとともに、前記ガラス基板42・49間に液晶材料46が封止されて構成されている。

【0080】尚、前記ガラス基板49の内側面には透明電極48が形成されているが、実施の形態1の場合と同様に、金属配線(画像信号線、走査信号線)、画素スイッチング素子としての薄膜トランジスタ(TFT)等が形成されている。

【0081】また、前記配向膜44・47の配向処理方向は、図7に示すように、ガラス基板49については紙面上右方向52に、ガラス基板42については紙面上左方向51に向かって配向処理されている。

【0082】また、ガラス基板42の内側面には、対向電極としての透明電極43が形成されており、更に透明電極43上にはポリイミドから成る配向膜44が形成されている。また、前記ガラス基板42の外側面には偏光板41が配置され、更に、前記ガラス基板49の外側面には偏光板50が配置され、前記偏光板41・50の吸収軸方向が直交するとともに、前記ラビング方向51・52とは45度の角度を成すよう貼合して構成されている。尚、ガラス基板42上には、実施の形態1の場合と同様に、カラーフィルタを形成するようにしてもよい。

【0083】次に、前記液晶材料46について説明する。

【0084】前記液晶材料46は、前記表1に記載の液晶材料[5](化5)よりなる混合物100重量部に、非液晶性物質であるエチルアルコール0.1重量部を混合したものである。尚、前記液晶材料[5]は、表1に記載のように、ネマティック相 $\rightarrow$ 等方相相転移温度が113.0 $^{\circ}$ Cであるが、これにエチルアルコールを添加することにより大幅に相転移温度を下げるができる。

【0085】即ち、本実施の形態2のように、液晶材料[5]100重量部に対してエチルアルコール0.1重量部を混合すると35.2 $^{\circ}$ Cまで相転移温度を下げる事ができ、また、エチルアルコールの添加量を増加すれば、更に、液晶材料の相転移温度を下げる事ができる。このようにして、エチルアルコールは、液晶材料を等方相状態とするための相転移手段としての機能を有することとなる。

【0086】また、前記液晶材料[5]はn型の液晶材料であり、本実施の形態2においては、電界印加方向が基板に対して垂直方向であるので、その電界印加方向に対して垂直な方向に液晶材料(有極性分子)中の電子が偏ることとなる。

【0087】そして、前記表示装置40を相転移手段であるヒーター53により35.2 $^{\circ}$ Cに保持し、半波長電

圧 $V\pi$ を測定したところ35.0Vの値が得られた。また、光学応答時間は、立ち上がり時間（電界 $on \rightarrow off$ ）は6 $\mu s$ であり、立ち下がり時間（電界 $off \rightarrow on$ ）は1 $\mu s$ 以下であった。従って、本発明の実施の形態2に係る表示装置40は、実施の形態1の表示装置20と同様に、応答速度が飛躍的に向上するものである。

【0088】更には、前述したように、ネマティック相—等方相転移温度が113.0℃である液晶材料[5]のように相転移温度が高い材料であっても、エチルアルコール等を添加することにより、大幅に相転移温度を下げる事が可能となるのである。

【0089】また、エチルアルコールを液晶材料に添加した場合、当該液晶材料のカー定数の低下はわずかであった。尚、本実施の形態2では添加剤としてエチルアルコールを用いたが、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基を有する非液晶性物質である化合物を用いることによっても相転移温度を低下させることが可能である。

【0090】このようにして、本実施の形態2に係る表示装置は、実施の形態1に係る表示装置と同様に応答性が優れ、更に、有極性分子からなる材料として液晶材料を用い、該液晶材料に相転移温度を下げる事ができる材料を添加することにより、大幅に液晶材料の等方相状態への相転移温度を低下させることができるのである。

【0091】（実施の形態3）図8は、実施の形態3に係る、表示装置の簡略化した部分断面図である。前記実施の形態1および実施の形態2では、透過型の表示装置を構成した例を示したが、これらに限られるものではなく、本実施の形態3に示すように、反射型の表示装置とすることもできる。

【0092】即ち、反射型の表示装置60は、図8に示すように、反射膜からなる電極68を有しかつ誘電体薄膜としてポリイミド膜67を塗布し、180℃にて1時間焼成したガラス基板69と、透明電極63を有しかつ表面にポリイミド膜64が製膜されたガラス基板62とが、ガラスファイバースペース65を介して貼り合わされ、ギャップ50 $\mu m$ とされるとともに、前記ガラス基板62・69間に液晶材料66が封止されて構成されている。

【0093】また、前記ガラス基板69の外方側に、例えば金属アルミニウムを主成分とした反射膜を形成したり、更には、ガラス基板69の代わりに金属アルミニウム等からなる反射板を用いるようなことも可能である。

【0094】（実施の形態4）図9は、本発明の実施の形態4に係る、表示装置の簡略化した部分断面図である。

【0095】先ず、図9を参照して、本実施の形態4に係る表示装置の構成を説明する。本実施の形態4に係る表示装置20は、液晶分子の配向の変化により表示を行うことができるとともに、電界による電子分布の制御を利用（即ち、等方相状態の液晶分子（有極性分子）中の

電子の偏りの変化）によっても表示を行うことができるものである。

【0096】即ち、前記表示装置20は、液晶分子の配向の変化により表示を行うための第1の駆動回路70と、等方相状態の有極性分子中の電子の偏りにより表示を行うための第2の駆動回路71と、スイッチ回路72と、該スイッチ回路72のスイッチング態様の切換えを制御するスイッチ制御回路73と、該スイッチ制御回路73に接続された温度センサー74等を備えている。また、前記スイッチ制御回路73には、実施の形態1で説明したヒーター34が接続されている。

【0097】また、前記第1の駆動回路70と前記第2の駆動回路71とは、スイッチ回路72を介して表示装置20を構成する画素電極26および対向電極27に接続されている。

【0098】次いで、前記表示装置20の駆動方法について説明する。

【0099】前記表示装置20を液晶分子の配向の変化により表示を行わせる場合には、前記スイッチ制御回路73によりスイッチ回路72を第1の駆動回路70側に切り替えて、該第1の駆動回路70により前記画素電極26と前記対向電極27の間に電圧を印加して表示を行う。

【0100】また、前記表示装置20を有極性分子中の電子の偏りにより表示を行わせる場合には、前記スイッチ制御回路73によりスイッチ回路72を第2の駆動回路71側に切り替えて、該第2の駆動回路71により前記画素電極26と前記対向電極27の間に電圧を印加して表示を行う。

【0101】また、前記温度センサー74により前記液晶層23の温度を検知し、その検知した値をスイッチ制御回路73に入力し、その検知した値が、前記液晶層23が等方相となる温度以上であれば、前記第2の駆動回路71により前記液晶層23に電圧を印加して表示を行い、その逆に、検知した値が、前記液晶分子が等方相となる温度より低ければ、スイッチ制御回路73に接続されたヒーター34により前記液晶層23を加熱し該液晶層23を等方相状態として、前記第2の駆動回路71により電圧を印加して表示を行うようなこともできる。

【0102】このようにして、本実施の形態4の表示装置20は、例えば、画質の良い液晶テレビとして使用するような場合には、液晶分子の配向の変化により表示を行うようにし、シュミレーション等の高速画像解析で動画表示により高速応答が必要な場合には、等方相状態の液晶分子（有極性分子）中の電子の偏りの変化によって表示を行うことができ、利便性に優れたものである。

【0103】（その他の事項）

（1） 実施の形態1乃至実施の形態4に係る表示装置においては、ガラス基板の代わりにプラスチックフィルム基板を用いることが可能である。

【0104】(2) 少なくとも一方が透明な一對の基板と、前記一對の基板間に挟持された等方相状態の有極性分子を含む媒体と、前記一對の基板のうち少なくとも一方の外側に配設された偏光板と、前記媒体に電界を印加するための電界印加手段とを備えた表示装置とすることによって、高速応答が可能な表示装置を構成することもできる。即ち、実施の形態1乃至実施の形態4においては、有極性分子を含む媒体を等方相状態とするための相転移手段によって等方相状態としているのであったが、その他として、水等の等方相状態の有極性分子からなる媒体を用いることも可能である。尚、その際、相転移手段を用いる必要はない。

【0105】(3) 本実施の形態1乃至実施の形態4においては、誘電体薄膜としてポリイミド膜を用いたが、これに限られるものではなく、例えば、有機薄膜、ポリビニルアルコール等を用いることも可能である。

【0106】(4) 本実施の形態1乃至実施の形態4においては、アクティブマトリックス型の表示装置について説明したが、単純マトリックス型の表示装置とすることもできる。

【0107】

【発明の効果】以上のように、本発明の表示装置はカー効果を利用した表示装置であり、従来の液晶表示装置と比較して、分子の動きによって光の透過と遮断を切り替えるものではなく、電子の偏りによって光の透過と遮断を切り替えるものであり、また、数十V以下の低電圧で100%の輝度変調が可能であり、応答速度が速く動画像表示に適した薄型表示装置として、その実用的価値は極めて高いものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る、基板面に平行に電界を印加する表示装置の簡略化した部分断面図である。

【図2】同じく実施の形態1に係る表示装置における電極構成およびラビング方位を示す平面図である。

【図3】同じく実施の形態1に係る表示装置の、電界未印加時の状態を示す部分断面図である。

【図4】図3の電界未印加時および電圧印加時の有極性分子内の電子の偏りを表す概念図である。

【図5】温度とカー定数の関係を示すグラフである。

【図6】本発明の実施の形態2に係る、基板面に垂直に

電界を印加する表示装置の簡略化した部分断面図である。

【図7】同じく実施の形態2に係る表示装置における電極構成およびラビング方位を示す平面図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係る反射型の表示装置の構成を示す概略断面図である。

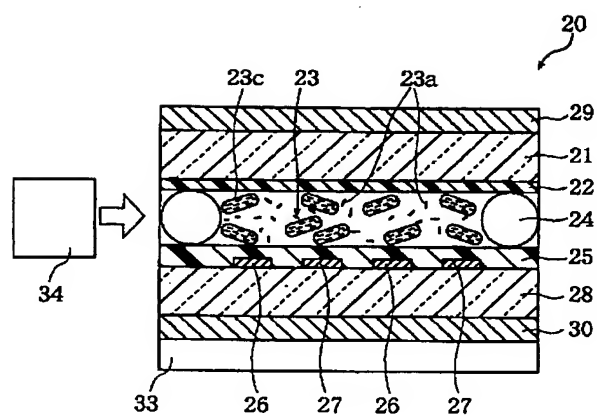
【図9】本発明の実施の形態4に係る表示装置の構成を示す概略断面図である。

【図10】本発明の実施の形態の電気光学効果の測定系を示す概略図である。

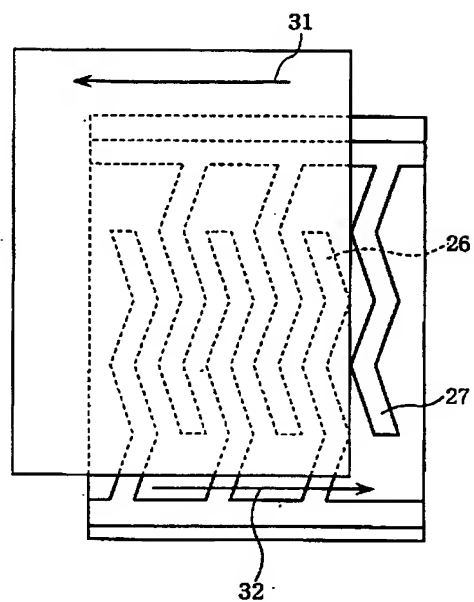
【符号の説明】

- 1 電気光学材料
- 4・5 電極
- 6 セル
- 7 変調電源
- 8 偏光板
- 9 検光子
- 10 光線
- 11 検知器
- 20 表示装置
- 21・28 ガラス基板
- 22・25 ポリイミド膜
- 23 液晶材料
- 23a 有極性分子
- 23c クラスタ
- 24 スペーサ
- 26 画素電極
- 27 対向電極
- 29・30 偏光板
- 31・32 ラビング方向
- 33 バックライト
- 34 ヒーター
- 40 表示装置
- 41・50 偏光板
- 42・49 ガラス基板
- 43・48 透明電極
- 44・47 ポリイミド膜
- 45 スペーサ
- 46 液晶材料
- 51・52 ラビング方向
- 53 ヒーター

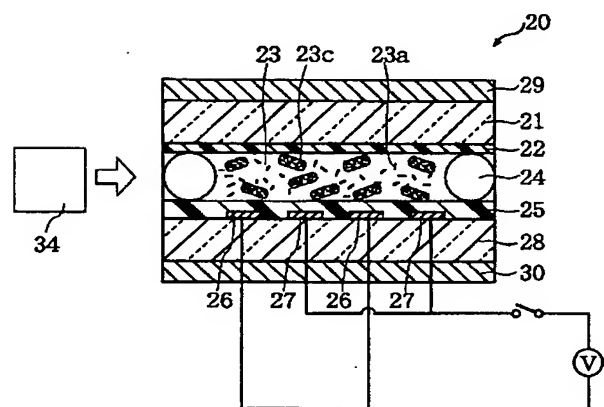
【図1】



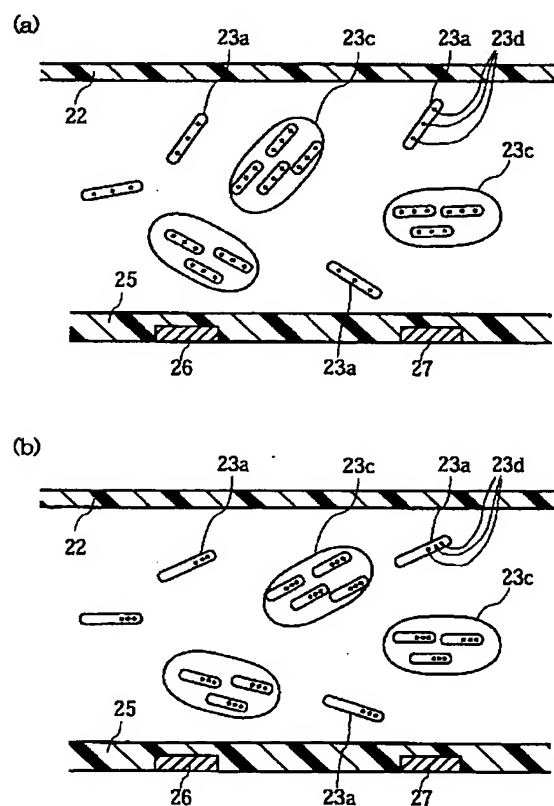
【図2】



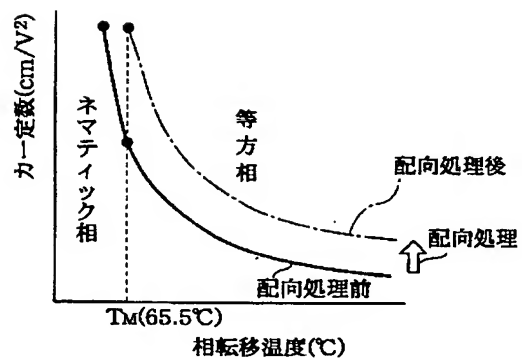
【図3】



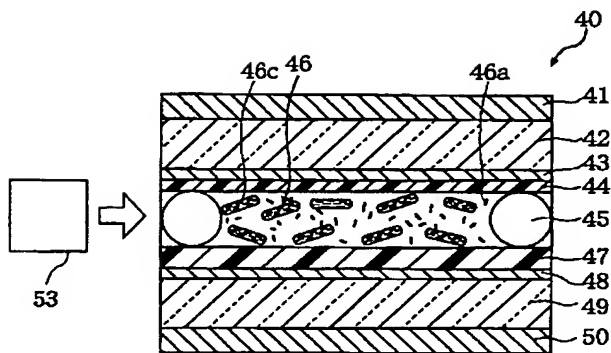
【図4】



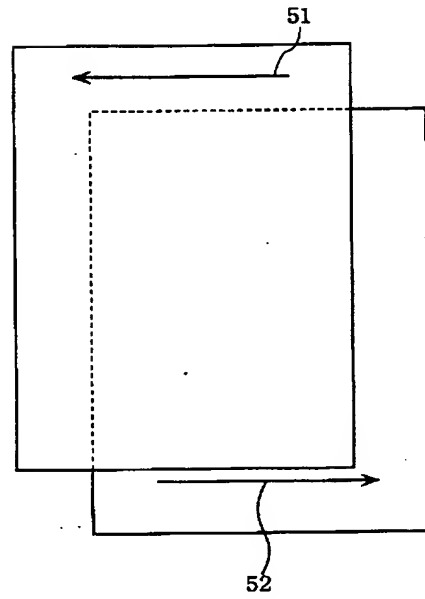
【図5】



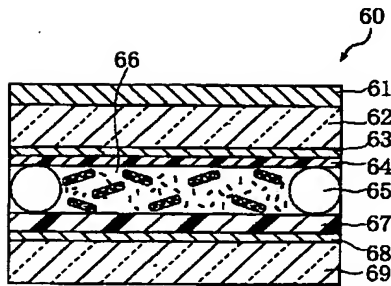
【図6】



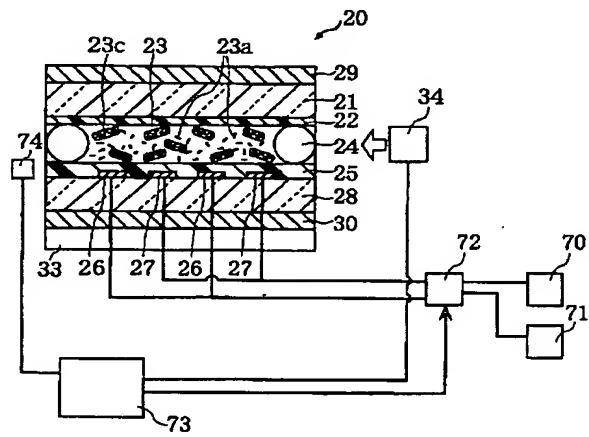
【図7】



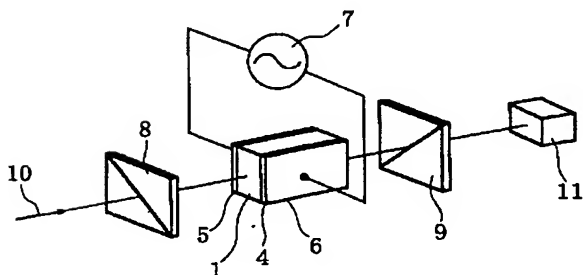
【図8】



【図9】



【図10】



THIS PAGE BLANK (USPTO)